



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Inquiry Based Science Education og den sociokulturelt forankrede dialog i naturfagsundervisningen.

Østergaard, Lars Domino

Published in:
NorDiNa: Nordic Studies in Science Education

Publication date:
2012

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Østergaard, L. D. (2012). Inquiry Based Science Education og den sociokulturelt forankrede dialog i naturfagsundervisningen. *NorDiNa: Nordic Studies in Science Education*, 8(2), 162-177.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Lars Domino Østergaard er uddannet Cand.Scient. i biokemi med psykologi som sidefag. I 2005 blev han Ph.D. i naturfagsdidaktik fra Danmarks Pædagogiske Universitet. Fra 2011 har han været ansat på Aalborg Universitet, Institut for Læring og Filosofi, hvor forskningsfokus har været læring og motivation. Igennem de seneste år har han arbejdet både teoretisk og praktisk med at udbrede og optimere undervisningsmetoden Inquiry Based Science Education (IBSE), så den i højere grad passer til de danske rammer for undervisning. Lars Domino Østergaard er involveret i flere forskningsprojekter, der fokuserer på IBSE som naturfagsformidlingsmetode.

LARS DOMINO ØSTERGAARD

Institut for Læring og filosofi, Aalborg Universitet, Danmark.
LDO@learning.aau.dk

[Artiklen er skrevet med bidrag fra Lektor Jens Jakob Ellebæk, University College Syddanmark]

Inquiry Based Science Education og den sociokulturelt forankrede dialog i naturfagsundervisningen

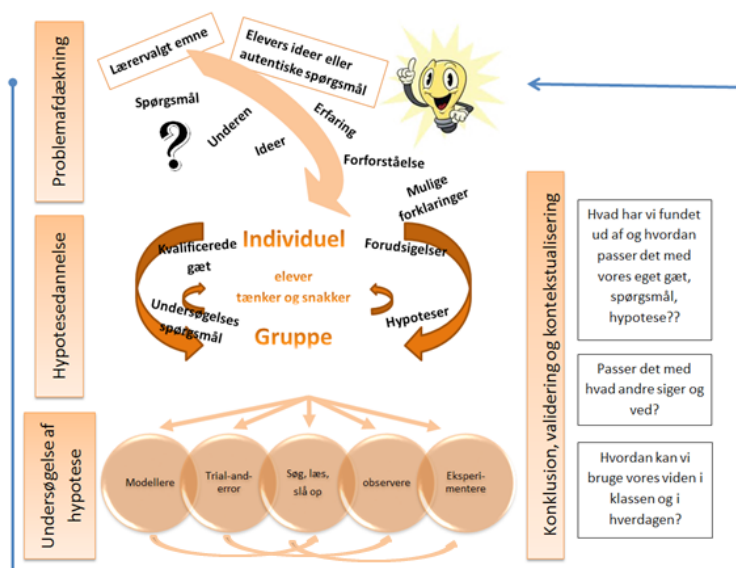
Abstract

Through study, investigation and discussion of the concept Best Practice in science education (Ellebæk & Østergaard, 2009) it was shown, that the dialogue in the teaching sequences was an important factor for the children's understanding, engagement and interest for the science subjects and phenomena. In this article we will discuss dialogue in the light of sociocultural learning theories, and relate it to Inquiry Based Science Education (IBSE), as the pedagogical and didactical method, which are promoted most strongly these years (e.g. in the inter-European Pollen and Fibonacci projects). The method is central in the action research project NatSats, where focus is on children's hypothesizing and the way teacher's use dialogue in their teaching or guiding of children in kindergarten and primary school. Results from the project indicate that an open and interrogative dialogue based on the student's premises is able to support hypothesizing, which initiates explorative and investigative challenges for the students.

EN NY DIDAKTISK METODE

Inquiry Based Science Education (IBSE) kan betegnes som en ny *trend* indenfor naturfagsundervisningen. Det er en pædagogisk og didaktisk undervisningsmetode, der er opstået på baggrund af et fransk initiativ (Quéré, 2011), og som efterhånden er udbredt over det meste af verden (se fx Harlen *et al.*, 2009). Metoden er langsomt er ved at blive integreret i den danske naturfagsundervisning (Østergaard & Grundwald, 2011; Østergaard *et al.*, 2010).

Det fremhæves bl.a. at eleverne skal deltage aktivt i undervisningen, være udforskende, samarbejdende og i dialog med hinanden og med læreren. Udforskningsaktiviteterne kan både være at skrive, tegne, at undersøge og reflektere – naturfagsundervisningen skal være relevant og læreren skal mere være guide, coach og vejleder fremfor den klassiske tavleorienteret lærer. Erfaringer fra anvendelse af



Figur 1. Skitse af de forskellige faser i IBSE. Konstrueret på baggrund af erfaringer fra Pollenprojektet (2006a, 2009a), Tougaard og Kofod (2009a) og Østergaard (2011; et al, 2010).

metoden indikerer, at eleverne bliver motiveret og engageret i undervisningen, og får større interesse for naturen og dens omgivelser (Se fx Lindahl, 2009; Pollen, 2009b), og specielt fremhæves metoden pga. faktorer som relevans og aktiv udforskning, som anses for velegnet til at engagere pigerne og de mindre bogligt orienterede elever (Rocard et al., 2007).

DIALOGEN I IBSE

Specielt det dialogiske element – den mere eller mindre faglige snak mellem lærer og elever og eleverne imellem – vil forfatterne mene, er central i Inquiry Based Science Education. I alle undervisningsmetodens fire faser (se figur 1) indgår dialogen som noget vigtigt (se efterfølgende tekst for uddybning af de dialogiske elementer).

De fire faser i IBSE, som de er skitseret i figur 1 kan karakteriseres som følger (Frit efter Østergaard & Grundwald, 2011; Østergaard, et al., 2010):

- **Problemafdækning:** Eleverne arbejder egenhændigt med at løse naturfaglige problemstillinger som den enkelte elev eller klassen i fællesskab har opstillet.

Det optimale vil være, hvis eleverne selv som oplæg til et *udforskningsarbejde* kommer med relevante spørgsmål eller ytringer, der kan danne fundamentet for undervisningen i naturfag. Det er bare ikke så ofte at det forekommer, og da Undervisningsministeriet (2009) i Danmark officielt har opstillet rammerne for undervisningen i form af Fælles Mål med angivelse af hvilke begreber, fænomener og emner der bør og skal gennemgås – og til hvilket klassetrin – er det tit læreren som præsenterer eleverne for de emner og temaer, klasserne skal arbejde med. Men når det er sagt, er det læreren der i samarbejde og gennem *dialogisk undervisning* (Laursen, 2006) med eleverne skal komme frem til hvilke aspekter af emnet, de skal arbejde med i klassen, og hvilke spørgsmål, de skal undersøge.

- *Hypotesedannelse*: På baggrund af deres egen eksisterende viden opstiller eleverne løsningsforslag til problemet som de efterfølgende i grupper diskuterer og argumenterer for.

Den opmærksomhed der er på hypotesedannelsen er dér, hvor IBSE metoden har sit særkende i forhold til traditionel hands-on undervisning. En hypotese kan opfattes som en antagelse eller et kvalificeret gæt, som eleverne selv, med udgangspunkt i egen viden og erfaring og i samarbejde med eller efter vejledning af læreren har formuleret på baggrund af det spørgsmål eller det tema, der er udgangspunktet for klassens arbejde (Østergaard, 2005. Afsnit 5.4.5. At opstille hypoteser).

Et kvalificeret gæt der bygger på elevernes forforståelse og eksisterende naturfaglige viden, kan formuleres fx gennem dialog og vekselvirkning mellem "tænkeskrivning (udforskende skrivning) og præsentationsskrivning" (Dysthe, 2005, s. 240), hvor læreren guider og vejleder eleverne til at nedfælde deres tanker, så de fremstår som en hypotese.

- *Undersøgelse af hypotese*: Gennem undersøgelser og eksperimenter afprøver eleverne et fælles løsningsforslag.

Det er i Danmark givet, at eleverne i folkeskolen skal undersøge og eksperimentere i undervisningen, som ekspliciteret i Fælles Mål: "Undervisningen skal ... bygge på elevernes egne oplevelser, erfaringer, iagttagelser, undersøgelser og eksperimenter" (Undervisningsministeriet, 2009). I grupper skal eleverne arbejde praktisk og aktivt med forskellige naturvidenskabelige arbejdsmetoder for at belyse den hypotese, de har opstillet. I figur 1 er skitseret nogle af de metoder, eleverne kan anvende til at undersøge en hypotese (se også Tougaard og Kofod: "sæt metoderne på skemaet" (2009a) for uddybelse af de forskellige arbejdsmetoder).

Ved at arbejde med de forskellige metoder får eleverne mulighed for at vælge og afprøve lige netop den undersøgelsesmetode, de selv foretrækker. Det er så op til læreren gennem dialog at vejlede og guide eleverne, så de får mest muligt udbytte af deres undersøgelsesarbejde. Det kan være ved at udfordre de dygtige elever til fx at udføre kontrollerede eksperimenter, støtte op om de mindre dygtige (fx ved at lade dem lave modeller eller at observere og registrere) eller lade de bogligt fokuserede elever søge og læse litteratur, der kan være med til at belyse hypotesen, der er det centrale omdrejningspunkt i denne fase.

Om fordelene ved at anvende tænke- og præsentationsskrivning, skriver Olga Dysthe: "... det er først og fremmest til modificering og omformning af eksisterende kundskabsformer, at skrivning er vigtig" (2005, s. 245). Hermed sammenkæder hun elementet *Hypotesedannelse* med det sidste og afrundende element i IBSE. Det er vigtigt, at læreren og eleverne følger op på deres undersøgelsesarbejde og deres hypoteser, for på den måde, at få dem til at reflektere over resultaterne af deres undersøgelser i relation til deres tidligere forforståelse. Er det rigtigt, det eleverne har fundet frem til, og hvordan verificeres den nyopstået viden? Det skal læreren i dialog med klassen finde ud af ved fx brug af relevante kilder. Endeligt er det også vigtigt, at læreren hjælper til med at kontekstualisere den viden, som eleverne har tilegnet sig, så den ikke bliver efterladt i skoletasken som udelukkende klasserumslæring, men perspektiveres til elevernes hverdag, som et værktøj – et begreb, et fænomen eller en arbejdsmetode – de kan anvende til at få en større forståelse af deres omverden. Eller som det står i Fælles Mål: "at eleverne opnår indsigt i fænomener, sprog og begreber, som har værdi i det daglige liv" (Lettene redigeret. Undervisningsministeriet, 2009, s. 3)

LÆRING OG DEN SOCIOKULTURELLE DIALOG

”Børns deltagelse i kommunikative processer udgør ... grundlaget for, at de kan opbygge forståelse og viden om omgivelserne, sig selv og andre mennesker. [...] Børn, der modtager vejledning og støtte i mødet med nye situationer, problemer og udfordringer, bliver involveret i den mere erfarne persons opfattelser og forståelser.”

”Gennem sprog og andre fysiske redskaber eller artefakter interagerer vi med omgivelserne og får kendskab til det der foregår omkring os.”

Begge citater stammer fra bogen ”At samtale sig til viden: Sociokulturelle teorier om børns læring gennem sprog og samtale” (Gjems, 2010, hhv. s. 10 og 25; sidstnævnte med reference til Säljö, 2006 og Wertsch, 1998), og placerer børns dialog med hinanden eller med *kvalificerede* voksne¹ centralt i den sociokulturelle læringsteori (se også Mercer & Littleton, 2007; Wells, 1999, 2006).

Børn eller elever i folkeskolen udgør et kulturelt praksisfællesskab, hvori de skaber en fælles forståelse og mening med det, de *aktivt* beskæftiger sig med, hvilket stemmer overens med de rammer for læring, som Etienne Wenger opstiller med sin teori om læring i praksisfællesskaber (Wenger, 2004). I og med at børnene i en naturfaglig kontekst med tilhørende artefakter er aktive og samtaler om noget, de måske ikke forstår helt, men som de mener, er vigtigt, er der skabt optimale betingelser for *videnskonstruktion* (Wells, 2007). Og heri er det netop dialogen mellem to eller flere deltagere, der er vigtig, idet de kommunikative processer individerne imellem er central for læring og udvikling ud fra et sociokulturelt synspunkt: viden og mening konstrueres og forhandles i selve interaktionen og samspillet, og betydningen er lige så afhængig af adressaten som af den der taler eller skriver (Dysthe, 2003b; Mercer & Littleton, 2007; Wells, 2007). Det er et synspunkt, der understøttes af den russiske sprog-, litteratur- og kulturteoretiker Bakhtin (1885-1975), der har beskæftiget sig indgående med dialog-begrebet (Dysthe, 2003a; Gjems, 2010; Igland & Dysthe, 2003; Kubli, 2005).

Bakhtins tanker og ideer er blevet anskuet som en uddybelse og supplerung af Vygotskys tanker om sproget som det centrale medie for individets læring og udvikling. De havde begge den opfattelse af at individet er forankret i en kulturhistorisk og social sammenhæng, og det er i denne sammenhæng – situeret i praksis og medieret af artefakter (herunder sproget) – at læring opstår. Det centrale i *den gode dialog*, mener Bakhtin, er respekten for samtalepartners ord, viljen og lysten til at lytte, forståelse på en andens præmisser og brug af den andens ord som tænkeredskaber, samtidig med at individet fastholder og reflekterer de sagte eller skrevne ord i relation til egen overbevisning (Dysthe, 2003a; Igland & Dysthe, 2003).

Når børn i IBSE relaterede aktiviteter i klasserummet er aktive sammen med andre – mere eller mindre erfarne – børn og voksne i deres forsøg på at formulere hypoteser, undersøge dem eller at verificere dem, har sproget – dialogen – en central rolle. Ved at vejlede og støtte børnene i deres bestræbelser, er det muligt at skabe situationer, hvor de gennem *fællesskabets* forståelse erhverver sig både ny viden og nye kompetencer, hvilket i øvrigt stemmer overens med Vygotskys begreb Zonen for Nærmeste Udvikling (Se fx Vygotsky, 1978), og dermed yderligere understøtter en sociokulturel læringsforståelse.

DIALOGENS BETYDNING FOR HYPOTSEDAANNELSE

Grundlaget for de fleste former for undersøgelser eller *udforskningsarbejder* er en underen. Børn såvel som voksne udforsker ting eller sager, de undrer sig over. Lidt populistisk kan det siges, at naturvidenskabelig viden – alt den viden om naturen og dens fænomener vi har kendskab til i dag - bygger på menneskets evne til at undre sig – og til at forfølge denne form for underen.

Centralt i udforskningsarbejdet er det hypotesen – det uafklarede, gode spørgsmål eller det kvalificerede gæt – der fungerer som omdrejningspunkt i undersøgelsen, og som dels kan være med til at fokusere undersøgelsen, og dels også bringer *undersøgerens* forforståelse i spil og vise vejen – giver en idé om hvor han eller hun vil hen med undersøgelsen, og hvad det er der skal undersøges².

Hypotesedannelse – hvorfra?

Men hvordan danner børn egentligt hypoteser, og hvor *kommer de fra*?

Ifølge Fælles Måls trinmål efter 4. klasse for natur/teknik i Danmark skal eleverne være i stand til at "formulere spørgsmål og fremsætte hypoteser på baggrund af iagttagelser, oplevelser og mindre undersøgelser" (Undervisningsministeriet, 2009, s. 6). Herunder ligger altså implicit en forestilling om at hypotesedannelse primært er et kognitivt anliggende, hvor hypotesen kan genereres i hovedet på eleverne umiddelbart ud fra deres egne iagttagelser, eller ved at de selv har stiftet bekendtskab med empiri gennem mindre undersøgelser. Det udelukkes selvfølgelig ikke, at eleverne agerer socialt, og *oplever og udfører undersøgelser* sammen med andre, og det kan derfor ikke entydigt siges, at forestillingen i sætningen alene har baggrund i et radikal konstruktivistisk læringsparadigme, men forestillingen om at hypotesen genereres direkte fra observationen kan man ikke afvise er til stede i denne sætning fra undervisningsministeriet.

Forestillingen om at hypoteser dannes direkte fra observationen gennem primært kognitive processer er ikke ny. Specielt de mange amerikanske og angelsaksisk baserede *naturfagslæringsprojekter* fra 1970'erne og frem med udgangspunkt i Piagets stadieteori og tilpasningsmodellen havde et sådant udgangspunkt, hvor man troede på, at færdigsyede undervisningsprogrammer kunne føre eleven ind i et højere kognitivt stadie gennem elevens egen direkte interaktion med forsøg og eksperimenter med og om det naturfaglige fænomen (Wellington, 1998). Projekter, som ikke blev den store succes (Ibid.). Det viste sig, at elever ikke bare af sig selv 'genopdager' store generelle naturvidenskabelige teorier, ved fx at følge et bestemt undervisningsprogram, der er målrettet et bestemt begreb eller en konkret naturvidenskabelig teori (Ibid., Millar, 2010). Elevernes naturfaglige erkendelse eller elevernes konstruktion af naturfagligt baserede hypoteser kan altså ikke bare automatiseres, og gøres fri af de sociale sammenhænge det foregår i.

Hypotesens natur

Videnskabsfilosoffen Karl Popper, der beskæftigede sig med spørgsmålet om hvordan videnskab og hypoteser – og specielt den naturvidenskabelige hypotese – fungerer, giver ikke et egentligt svar på hvad en hypotese er, og da slet ikke hvad en elev-hypotese er og hvordan den konstitueres, men måske nærmere hvordan forskere og det naturvidenskabelige samfund selv ser og bruger den videnskabelige hypotese (Popper, 1963). Alligevel kan vi måske bruge nogle af Poppers erkendelser, til også at blive inspireret af i forhold til undervisning og dannelse af elevhypoteser.

Poppers anfører med sit begreb *demarcation* (Popper, 1959, 1963), at der bør være en klar distinktion mellem videnskab og ikke-videnskab. Popper anfører, at jo større mulighed der er for falsifikation af en hypotese, jo mere videnskabelig er hypotesen. Disse tanker kan selvfølgelig ikke direkte overføres til undervisning, men derfor kan Poppers tanker om hypotese, falsifikation og videnskabelighed være ganske anvendelige i naturfagsundervisningen alligevel. Når vi taler om dannelse af elevhypoteser i undervisningen som værende faciliteret af dialogen i den pågældende sociokulturelle kontekst, kan lærerens opmærksomhed på begreber som hypotese, videnskabelighed og falsifikation have sin berettigelse. I og med, at undervisningen handler om naturvidenskab og beslægtede emner, kan undervisningen og dannelsen af elevhypotesen ikke være baseret på ikke-videnskabelige elementer. Elevens hypotese bør altså som et minimum være falsificerbar, og i forhold til læringspotentialet skal det være muligt for eleverne selv at kunne afklare sandhedsværdien med konkrete undersøgelser.

Wenham, som også baserer sin forståelse af videnskabelige hypoteser på Poppers falsifikationsteori, drager i sin bog 'Understanding primary science' (1995) paralleller mellem de hypoteser videnskabsfolk opstiller på baggrund af *undersøgelser*, og dem børn på samme vis opstille efter deres *undersøgelser*. De kan for begge parter være uprøvede løsningsforslag der kræver yderligere undersøgelser for at se om de er holdbare.

"Forskere i naturvidenskab udfører undersøgelser for at besvare spørgsmål eller løse gåder og problemer. Hypoteser er blot det foreløbige svar eller uprøvede løsninger på disse spørgsmål eller problemer. [...] [Børns hypoteser] forsøger at sige noget om en del af verden som barnet har erfaret og undersøger, men de er uprøvede. Ligesom alle hypoteser har også disse brug for at blive testet for at se om de er sande" (Wenham, 1995: 7).

På samme måde som videnskabelige hypoteser bygger på et teoretisk fundament, bygger børns hypotesedannelse på deres teorier skabt på baggrund af deres egen viden og erfaring. Det centrale er her, at disse 'uprøvede elev-hypoteser' har brug for at blive testet gennem undersøgelser eller eksperimenter, for at udvikle elevens erfaring med og viden om verden. Dermed bliver der også skelnet mellem børns ureflekterede gæt, der ikke lever op til falsifikationskriteriet, og de *kvalificerede gæt*, der kan reformuleres som hypoteser, der siden kan falsificeres (Østergaard, 2005).

Med andre ord – og som formuleret tidligere i artiklen – bør hypoteserne opstilles med baggrund i børnenes egen viden og erfaring, og disse hypoteser skal kunne afprøves ved hjælp af undersøgelser eller eksperimenter.

IBSE, dialog og hypotesedannelse

Men kan IBSE strømningen da ikke være i fare for at lide samme skæbne som de før omtalte *naturfagslæringsprojekter*? Thomsen og Sørensen (2011) angiver nogle af de erfaringer som undervisning baseret på denne tidligere metodedænkning afstedkommer:

"Som forskningen har vist, er det muligt for eleverne at planlægge og gennemføre forsøg – og også at bliver meget optaget af det., Men det kniber ofte med at komme fra erfaringerne fra forsøgene til de generelle faglige begreber og sammenhænge som vi også ønsker de skal lære. Derfor kommer undervisningen til at blive "som-om-undervisning" (Ibid., s. 84).

Og med dette in mente er svaret vel på ovenstående retoriske spørgsmål: Jo, IBSE kan meget vel lide en lignende skæbne, hvor dels vejen til elevens hypotesedannelse og vejen til at komme fra forsøgene til de generelle faglige begreber og sammenhænge, absolut kan vise sig mere problematisk end mange som hylder denne nye strømning formentlig forestiller sig. En af vores pointer med denne artikel er da også, at eksplicitere vigtigheden af, at den bagvedliggende tænkning omkring IBSE bør baseres på sociokulturelle perspektiver, der tydeliggør det centrale i undervisningens dialogiske elementer. Det helt afgørende bliver her, om lærerne er – eller bliver – i stand til at se udfordringen og vanskeligheden i at facilitere dannelsen af en ordentlig elev-hypotese, med udgangspunkt i elevens egen viden, og at samle op på elevens undersøgelser og eksperimenter, sådan at faglige begreber og sammenhænge etableres. For at gøre det på en ordentlig måde, kræver det blandt andet at lærere forstår, at give eleven "det rigtige spørgsmål på det rigtige tidspunkt" (Elstgeest, 1985).

For netop at støtte og hjælpe børnene i deres arbejde med at opstille hypoteser – eller at gætte kvalificeret - er lærerens spørgeteknik meget central. Gjems (2010) bruger begrebet *inviterende spørgsmål* om autentiske spørgsmål, hvor afsenderen ikke er bekendt med de intentioner eller tanker, som adressaten har, og som fodrer dialog (Oversat fra 'prefaced question', Gjems, 2010. Oprindeligt Hasan, 2002). Eksempler på *inviterende spørgsmål* kunne være "Hvad tror du...?", "Hvad ved du

om ...?", "Hvad synes du ...?", "På hvilken måde ...?", som alle er spørgsmål, der ligger op til en dialog om et tema eller et emne, hvor spørgeren ikke på forhånd kender svaret (Gjems, 2010; Hasan, 2002).

Det dialogiske aspekt i *inviterende spørgsmål* er godt og virker fremmede for dialogen, men der kan være en risiko, ifølge Jos Elstgeest (2009), ved alene at anvende spørgeord, som kræver et reflek-sivt, tænkt svar, der oftest findes i en bog. Han kalder dem *forkerte spørgsmål* (ibid., s. 92) – eller uproduktive spørgsmål (Jelly, 2009) – der, ikke repræsenterer et problem der skal løses: "De er ene og alene ord-spørgsmål, der kræver ord-svar, ofte med sætninger i nydelig boglig indpakning" (Elstgeest, 2009, s. 92). Hermed indtager Elstgeest den holdning, at læring bør centreres om at løse proble-mstillinger, i den forstand, at det ikke er nok at replicere på forhånd kendte svar fra litteraturen, men at der skal foregå en handling som følge af spørgsmålet, og ligger sig dermed læringsmæssigt op af andre naturfagsdidaktikere, der også vægter det praktisk/undersøgende element højt i en lærings-kontekst (se fx Bybee, 1997; Driver *et al.*, 2002; Millar, 2010) og støtter dermed op om grundideen i IBSE, hvor det er dialogen *i og omkring* det praktiske/undersøgende arbejde, der danner grundlaget for børnenes læring.

Man kan diskutere hvorvidt opdelingen i *produktive* og *uproduktive* spørgsmål er hensigtsmæssig, da den kan give en fornemmelse af, at *uproduktive* spørgsmål ikke kan give anledning til læring og dermed ikke har hjemme i naturfagsundervisningen.

Ifølge Mortimer og Scott (2003) og deres beskrivelse af et analyseapparat til at karakterisere dialogen i klasserummet, forgår der forskellige typer af dialog i naturfagslæreres undervisning. Forskellige ty-per af dialog som helt naturligt afløser hinanden og hver især har sin berettigelse, med det mål at sikre en fremadskridende dialog og sikre elevernes læring af naturfaglige begreber og sammenhænge. Mor-timer og Scott angiver fire forskellige kommunikative fremgangsmåder i naturfagsundervisningen på baggrund af en matrix af dialogen i klasserummet, hvor interaktiv/ non-interaktiv stilles overfor dialogisk/autoritativ (ibid.). Her angives f.eks. den interaktive/ autoritative dialog som dér hvor ele-verne får afklaret en faglig argumentation, men som kun rummer plads til at gøre *et* fagligt synspunkt til genstand for udredningen. En sådan diskurs ender tit med svaret som angivet i lærerbøgerne, og indeholder dermed ifølge Elstgeest "uproduktive" spørgsmål (Elstgeest, 2009). Ifølge Mortimer og Scott kan en sådan diskurs dog sagtens give anledning til at sætte begreber på plads for eleven. – Altså spørgsmål som ikke nødvendigvis er "uproduktive" i læringsmæssig henseende, men som også blot af Elstgeest angives som, "uproduktive" i forhold til at *anspore børn til at være aktive og ræsonnere* (Ibid.).

Det er den interaktive, dialogiske kommunikation, vi i denne artikel fokuserer på, og som rummer det sociokulturelle aspekt, der underbygger børns læring.

DIALOGEN I NATSATS

I aktionsforskningsprojektet NatSats fokuseres der på hvordan det dialogiske samspil mellem pæ-dagoger og børn eller mellem lærere og elever udspiller sig i en *naturfagsformidling*³ der bygger på principperne i IBSE. Hvordan guides og vejledes børn⁴ bedst vha. spørgeteknik, så de selv får opstillet hypoteser, de kan arbejde med, og hvordan opsamles der med fokus på de begreber og fænomener, der har været i spil?

Projektet, der forløber fra 2010 til 2012, omfatter fire børnehaver og tre folkeskoler/ fem klasser i Jammerbugt kommune, Nordjylland, der igennem to faser arbejder med IBSE i deres formidling af naturfaglige emner. I nærværende artikel omtales de resultater der er fremkommet efter den første fase, hvor institutionerne arbejdede med valgfrie naturfaglige emner, og hvor fokus var på børnenes hypotesedannelse.

NatSats – opstart og forløb

Med udgangspunkt i rapporten Science Education NOW! (2007), samt meget af det materiale, der blev foranlediget af Pollen projektet⁵ (<http://www.pollen-europa.net/>), samt erfaringer fra det igangværende Fibonacci projekt (<http://fibonacci.uni-bayreuth.de/>) blev pædagoger og lærere fra de involverede institutioner introducerede både teoretisk og gennem praksis-afprøvning til principperne bag IBSE. På baggrund af selvvalgte emner opstillede deltagerne IBSE-inspirerede naturfagsforløb, der efter peer-feedback og diskussion med projektmedarbejdere⁶ blev gennemført i institutioner i foråret 2011 (se tabel 1).

Aktionsforskningsmomentet bestod i, foruden gensidig diskussion og feedback på forløbsplanerne, at projektmedarbejderne også under selve forløbene aktivt interagerede med børn og voksne, for på den måde at komme med deres bud på hvordan naturfag kan formidles vha. IBSE metoden.

I forbindelse med afvikling af de forskellige forløb blev institutionerne besøgt to gange hver, hvor specielt interaktionerne mellem børn og voksne blev videooptaget, og i fire tilfælde blev der gennemført semistrukturerede interview (Kvale, 1994) med de voksne deltagere. Et af interviewene foregik som gruppeinterview – med to informanter – mens de andre var enkeltmandsinterview. Desuden førte alle institutioner en logbog, og besvarede efter det gennemførte forløb et mindre spørgeskema, der bl.a. havde til formål at afdække fordele og ulemper ved at arbejde IBSE inspireret fremfor på den måde, de almindeligvis arbejdede efter i institutionerne.

Databehandling og analysen er efterfølgende foretaget med udgangspunkt i dialogisk læring med fokus på det at stille spørgsmål (Elstgeest, 2009; Gjems, 2010; Jelly, 2009; Laursen, 2006; Wells, 1999, 2006) samt børnenes udforskende adfærd (Tougaard & Kofod, 2009b; Østergaard, 2005).

Tabel 1. Udvalgte IBSE inspirerede forløb, der blev gennemført på institutionerne.

Institution	Emne	Eksempler på fokus		
		Fænomener/ begreber	Aktiviteter	Arbejds måder
Børnehaven Regnbuen	Fjorden	Dyre- og planteliv, eksemplificeret ved tang og krabber	Samle materiale ind ved fjorden. Tegne, male og modellere	Observere Undersøge Kommunikere Bruge udstyr og redskaber
Skovgårds børnehave	Hvad finder vi ved stranden?	Stranden som biotop Saltvand Livscyklus/ fødekæde	Tur til stranden Undersøgelser i institution	Observere Undersøge Kommunikere Klassificere Bruge udstyr og redskaber
Skovgårds skole 0. og 1. klasse	Arbejds metode i naturfag		Forskellige aktiviteter omkring 'undersøgelseskasser'	Undersøge Eksperimentere Varierede forsøgsbetingelser Forudsige
Ørebro skole 2. klasse 7. klasse	Kompost	Forrådnelse Nedbrydere (svampe, bakterier, bænkebidere m.fl.)	Forrådnelsesforsøg	Undersøge Eksperimentere Varierede forsøgsbetingelser Forudsige

Videoptagelser samt interview og udskrifter af logbøger, blev sekvenseret og kodet i relation til den bagvedliggende teori (som nævnt ovenfor) vha. det kvalitative analyseprogram ATLAT.TI. Det har givet anledning til 207 quotes og 54 koder, der efterfølgende indbyrdes er blevet relateret, analyseret og fortolket.

Spørgerskemaerne blev behandlet for sig selv, men slutteligt forholdt til resultaterne fra den kvalitative undersøgelse.

NatSats del 1 – resultater og diskussion

Indikation af arbejdsmetode

Ud fra de skrevne logbøger, og det besvarede spørgeskema, kan det ses, at både pædagogerne og lærerne synes at det havde været en udfordring, at arbejde efter IBSE-metoden. Nogle af de største udfordringer havde relation til det dialogiske sam- og modspil til børnene. Det havde fx været en udfordring at guide og vejlede børnene fremfor at komme med løsninger til de spørgsmål, som de fremsatte. At vende et spørgsmål til en hypotese, der kunne undersøges – og samtidig at 'holde igen' og undlade selv at komme med svaret – syntes mange var vanskeligt. Det havde ligeledes for nogle været en udfordring når børnene selv valgte at undersøge og arbejde med noget, som pædagogen eller læreren ikke havde planlagt – for så var det sværere gennem dialog at vejlede børnene med at formulere hypoteser.

Med hensyn til børnenes begejstring for det planlagte forløb, svarede 45 % af pædagogerne og lærerne i en spørgeskemaundersøgelse at børnene generelt havde været mere begejstret, end pædagogerne/lærerne havde forventede, og størstedelen svarede, at de mente det hang sammen med metoden. Kun én lærer havde oplevet at eleverne havde været mindre begejstret for forløbet som det var planlagt ud fra IBSE-metoden, men mente i øvrigt det hang sammen med elevernes forventning om at hun stillede spørgsmålene og de svarede. Dét, at de pludselig selv skulle til at stille spørgsmål var noget nyt og for dem ikke særligt velkomment.

Måske er en forespørgelse af forventninger ikke særlig reliabel, men samtidig med at mange af pædagogerne og lærerne havde oplevet at børnene var begejstret og virkede meget motiveret, engagerede og interesserede i deres naturfaglige arbejde, peger det på en tendens, der passer med de udsagn, der er opstillet i rapporten Science Education NOW!: "Undersøgelsesbaseret metoder har i relation til *science learning* vist i indskolingen at fremme børns interesse" (Forfatternes oversættelse. Rocard, et al., 2007, side 12). I logbøgerne fremhæver flere desuden børnenes begejstring ved bl.a. selv at være aktive, selv at finde svar på egen spørgsmål og det, at de blev taget alvorlige, når de stillede et spørgsmål. Interesse og engagement i arbejdet med undersøgelser bliver fremhævet bl.a. i forbindelse med børnenes *egne* undersøgelser, og deres overraskelser og glæde ved selv at finde svar på egne hypoteser.

Det er alt sammen parametre, der stemmer overens med resultater fra andre undersøgelser af børn, der arbejder efter IBSE-metoden (Se fx Jarvis *et al.*, 2009; Pollen, 2009b).

På samme måde har det vist sig, at pædagogerne og lærerne har stået overfor samme problemer, som bl.a. også nævnes i forbindelse med implementering af IBSE i andre sammenhænge (Jarvis, et al., 2009). Fx det, at arbejdsmetoden tager meget længere tid, end den måde naturfaget normalt formidles på, og at det kan være yderst vanskeligt at få børnene til selv at opstille hypoteser.

Alt i alt er det resultater, der tyder på at pædagogerne og lærerne har formidlet naturfag på en måde, der minder om IBSE-metoden, eller i hvert tilfald har de høstet samme erfaringer, som undersøgelser af andre IBSE projekter kommer frem til.



Figur 2. Første classes elever i færd med at opstille og afprøve hypoteser. Hypotesen – at få biler til selv at kører ned fra kassen – er gengivet som det centrale billede. Skovsgård skole, april 2011.

Dialogen i naturfagsformidlingen

Fire drenge fra første klasse står ved en *inspirationskasse*, hvori der er biler, trælister, målebånd – og en stor papkasse. Deres opgave er at 'finde ud af hvad man kan finde ud af med kassen og indholdet!' – lærerens fokus er på elevernes hypotesedannelse og brug af naturfaglige arbejdsmetoder. De har stået lidt og kigget på tingene, da deres lærer kommer hen og spørger hvad de har fundet ud af. "Tja" – siger den ene dreng – "man kunne tegne huse og veje på den ene side af kasse", hvortil læreren siger "det er rigtigt, ja ... men hvad kan I bruge de biler til??"

Efter et stykke tid, hvor drengen og hans kammerater, vejledt og guidet af deres lærers spørgen ind til deres ideer og tanker, har stået og snakket sammen om hvad og hvordan man kan bruge de forskellige ting i *inspirationskassen* til, tegner den ene dreng en hypotese, de kan anvende som udgangspunkt i deres undersøgelse af hvad man ellers kan lave med materialerne. Se figur 2. (Skovsgård skole, april 2011)

I den dialog, der delvis er gengivet ovenfor, indgik der flere elementer, der viser, hvordan en lærer, med få velvalgte spørgsmål kan guide, begejstre og hjælpe eleverne med at fokusere, så de til sidst i *fællesskab* kan formulere deres *egen* hypotese, som de kan arbejde med at undersøge.

I tabel 2 er lærerens spørgsmål, udbrud og anvisninger gengivet, sammen med en tolkning af citaterne.

Citaterne i tabel 2 bør naturligvis ses i forbindelse med drengenes med- og modspil, men alene giver de valgte udtalelser et tydeligt eksempel på hvordan læreren i kraft af dialogen med drengen får dem hjulpet til at opstille den hypotese, som det var meningen de skulle komme frem til, samtidig med at læreren får den guidet i den retning, som hun selv havde forestillet sig.

Tabel 2. Gengivelse af dele af dialog. Skovsgård skole, april 2011.

Citater – lærerens spørgsmål og udbrud	Tolkning
1. Hvad har I fundet ud af i denne gruppe?	1. Spørg til gruppens aktivitet
2. Det er godt.	2. Roser – opmuntrer
3. Hvad kan man ellers finde ud af?	3. Spørger ind til flere ideer
4. Det er noget med hvordan du tror den skal vende ... er det ikke?	4. Spørger på en for- og afklarende måde. Hjælper drengen til at formulere sine egen tanker.
5. Hvad skal I med de biler?	5. Kommer med ideer til hvad de <i>også</i> kan arbejde med – på en spørgende måde.
6. Kan I gøre noget, så de kan køre selv?	6. Fokuserer på konkret idé – på en spørgende måde
7. Ja ... prøv at tegne det.	7. Accepterer drengenes forslag, og opfordrer til aktivitet/ handling
8. ... prøv at hør på hvad Thomas siger.	8. Opfordrer til aktivitet/ fokuserer og hjælper på sammenholdet i gruppen

Den spørgeteknik læreren anvender – de spørgsmål hun formulerer – passer fint med det, som Gjems betegner som *inviterende spørgsmål* (Gjems, 2010). Når læreren spørger ”hvad skal I med de biler”, er det klart at hun har en intension med spørgsmålet – nemlig at få drejet opmærksomhed og *dialogen* i en bestemt retning, men spørgsmålet er oprindeligt: hun kender ikke til drengenes hensigter, og ligger dermed op til en dialog om deres intentioner. Hele dialogen i tekstboks 1 begynder med et *inviterende spørgsmål*: ”Hvad har I fundet ud af i denne gruppe”, og åbner op for en samtale, hvor alle drengene i gruppe får lejlighed til at udtale sig.

I tabellen er spørgsmålet: ”Kan I gøre noget, så de kan køre selv?” et eksempel på et produktivt handlingsspørgsmål, ligesom hendes bemærkning (linje syv): ”Ja ... prøv at tegne det” kan opfattes som en produktiv kommentar (der kan reformuleres som et spørgsmål: ”Det er rigtigt. Kan I tegne det?”). Efterfølgende gik drengene i gang med at *udforske* hvordan de kunne teste hypotesen, så lærerens dialogiske med- og modspil virkede efter hensigten.

Inviterende og produktive spørgsmål

Som vist med eksemplet ovenfor, kan inviterende, åbne og produktive spørgsmål fra voksne være med til at hjælpe og guide børnene med deres udforskende arbejde. Det kan enten være med at sætte et udforskningsarbejde i gang (som i eksemplet) eller støtte op om en allerede igangværende undersøgelse.

Et eksempel på det, er fx Tobias, der i børnehaven Regnbuen sidder og former en krabbe i model-lervoks, efter at børnehaven selv havde observeret og fanget krabber ved Limfjorden. Tobias går i stå med arbejdet; han kan ikke helt huske hvordan en krabbe så ud. Pædagogen spørger om han evt. kan komme i tanke om nogle andre steder, han har set krabber, og som kan hjælpe ham med at finde ud af hvordan han kan lave modellen færdig (inviterende, da pædagogen oprigtigt ikke ved hvad Tobias vil svare, og åbent og produktiv, da det er fremadrettet mod en aktivitet). Tobias tænker sig om og kommer i tanke om en bog, hvori han havde set en krabbe. Ved at se på billedet, lykkedes det Tobias at lave krabbe-modellen færdig.

Ved en gennemgang af empirien, er der yderligere eksempler på gode produktive spørgsmål, der aktiverer børnene enten til aktivt at *observere* (fx forskel på muslingskaller – for dernæst at kategorisere

og dele dem op i grupper efter art og størrelse. Skovsgård børnehave.), *slå op og læse* i litteratur (om hvad det er for nogle organismer, der nedbryder et æble. Ørebro skole, 2. klasse) eller at *eksperimentere* (hvilke grundfarver man skal blande for at få en lilla, så man kan male regnbuer. Skovsgård skole, 1. klasse). I alle tilfælde var de produktive spørgsmål og det dialogiske samspil mellem børn og voksne, i høj grad medvirkende til at få børnene til at arbejde med de hypoteser, de produktive spørgsmål fordrede.

Andre fund

Foruden de inviterende og produktive spørgsmål, viser en analyse af empirien, at det i høj grad er *fokus i og om dialogen*, der kan hjælpe børn med at opstille gæt eller hypoteser, der kan undersøges vha. praktisk arbejde.

Ved at snakke med børnene om det de skal foretage sig, og ved at den voksne er **præcis og tydelig** i vejledningen af den IBSE-relaterede opgave, som børnene kan eller skal arbejde med – hvad enten det er i form af at opstille hypoteser til videre udforskningsarbejde eller hvad de fx kan gå i gang med at undersøge – skærpes opmærksomheden om netop den opgave, børnene er i gang med. Eksempler fra både børnehaveområdet og i indskolingen, viser at præcise informationer er vigtige for børnenes ageren. I Skovsgård børnehave får de besked på at de skal tegne, hvad de tror de kan finde på stranden (opstille hypoteser på baggrund af erfaringer fra tidligere besøg på stranden. Papir og farver fik de udleveret), og på Skovsgård skole får de besked på at undersøge indholdet i nogle inspirationskasser og skrive op hvad de tror, man kan finde ud af med materialet (opstille hypoteser på baggrund af udvalgt materiale og egen erfaring. Kasser med materiale, papir og blyanter fik de udleveret).

Sidstnævnte kan virke uoverskuelig for de enkelte grupper trods den klare besked, og her tyder analysen af resultaterne generelt på, at **mindre grupper** og den voksnes **fokuserede opmærksomhed** ligeledes kan hjælpe dialogen på vej. I børnenes undersøgelse af inspirationskasserne (se ovenfor), viste flere eksempler, at børn i mindre gruppe var gode til at hjælpe og støtte hinanden i arbejdet med at opstiller hypoteser. Ved fælles dialog om tingene i kasserne, og med støtte enten af de andre børn i gruppen eller af en voksen, der tog sig tid til at hjælpe børnene, høre på hvad de sagde og på det grundlag at guide dem videre, var det for de fleste grupper muligt at komme frem til en fælles hypotese, som den gennemgæede dialog ovenfor (tabel 2) er et eksempel på. Begrebet *addressivity* (Kubli, 2005, s. 509) kan med rette anvendes om denne form for fælles fokus. Begrebet referer både til Bakhtin og Vygotskys tanker om fokuserethed i dialogen (fx i forbindelse med zonen for nærmeste udvikling), og er betegnende for den fokus der er i en dialog "... og som ikke efterlader nogen sten uendt i forsøget på at forstå afsenderen [af spørgsmålet eller tankerækken]" (ibid., s. 509, forfatterens oversættelse).



Figur 3. Tobias der modellerer krabbe efter billedet.

Andre grupper – stadig med afsæt i inspirationskasserne – kunne ikke støtte hinanden i arbejdet med at finde frem til hypoteser, og manglede tydeligvis *addresssivity* i deres snak om tingene i kasserne. Det hele endte med en planløs adfærd, hvor børnene uden formål og uden fagligt indhold – både mht. begreber, fænomener og naturfaglige arbejdsmåder – legede på må og få med materialerne.

Hvis der i dette tilfælde havde været en voksen, som kunne have hjulpet børnene med *addressivity* i deres forsøg på at opstille og undersøge hypoteser, var børnenes læringsudbytte af deres adfærd blevet betydeligt forøget.

Det at børnene **tegnede eller skrev hypoteser** op har også vist sig at være en god støtte for dialogen – både i fællesskab i grupper og under vejledning af de voksne – og et vigtigt redskab i det videre praktiske arbejde.

I arbejdet med børns forforståelse af hvad de tror de kan finde ved en strand, var det, at de tegnede deres hypoteser meget gavnligt for dialogen både i de mindre grupper, men også i samspillet med deres pædagog. Alle børnene fik mulighed for at komme med forslag til hvad de mente de kunne finde ved en strand, og gennem dialog i gruppen kunne de begrunde og nuancere deres forforståelse. Én mente man kunne finde en brandmand ved stranden, hvorefter en anden sagde, at *han da ikke skulle slukke brande dér*. Efter en snak i gruppen kom de frem til at en brandmand ved en strand er en rødlig gøle, med lange fangarme, man kan *brænde sig på*, hvis man rører dem. Et godt eksempel på en sociokulturel dialog foranlediget af børnenes egne forforståelser og erfaringer. Et andet barn tegnede en musling med en perle – sådan én havde hun fundet i Holland engang. Det åbnede op for en dialog med pædagogen om muslinger og deres forskellige former, og om perler, hvor man kunne finde dem og hvordan de opstod.

På turen til stranden ledte børnene efter forskellige former for muslinger, som de hjemme på institutionen sorterede, kategoriserede og navngav. I begge tilfælde var børnenes praktiske arbejde ansporet af den dialog, de havde haft omkring deres tegninger af hvad de kunne finde, og om de muslinger, de forventede at finde.

Det vanskelige

Analyse af empirien viste andre eksempler på interaktioner, hvor det dialogiske aspekt blev fremmet, og derved mulighed for at børn (og voksne) fik forøget deres læringsudbytte. Der var dog også talrige eksempler på pædagoger eller lærere, der stillede spørgsmål, der enten havde kun ét oplagt svar, de selv kendte på forhånd, eller som var rent teoretisk, og som foranledigede mange børn til at gætte uden tydeligt at have overvejet svaret. Det er den type spørgsmål der kaldes taget-for-givet-, ræsonnerings- og/eller uproduktive spørgsmål (Elstgeest, 2009; Gjems, 2010; Jelly, 2009).

Der er egentligt ikke noget i vejen med at stille sådanne spørgsmål, men i forbindelse med en naturfaglig IBSE-relateret undervisning, hvor dialogen og det udforskende og undersøgende er centralt, fordrer det ikke det rette læringsmiljø.

”Det er svært at huske på sine undringsspørgsmål” og ”det er svært at arbejde med at få børnene til at stille hypoteser” var nogle af de kommentarer, der kom fra de voksne ved evaluering af første del af projektet. Det er udtalelser, der passer fint med analysen af data, og som er med til at pointere netop det vanskelige i at stille inviterende, åbne og produktive spørgsmål, der fordrer at børnene opstiller hypoteser og aktivere dem til at udforske og undersøge. Det er altså noget der skal arbejdes med, og som alle ikke finder lige let. Et kvalificerede bud på hvor mange timers undervisning, det tager før IBSE metoden er implementeret har Harlen og Allende anslået til at være omkring 80 timer (Harlen & Allende, 2009), så det er naturligt nok nogle af pædagogerne og lærerne der deltog i NatSats projektet havde vanskeligheder ved at fokusere på metoden hele tiden.

Det, der efter forfatternes mening, kan være med til at fremme en passende brug af dialogen i vejledningen af børnene, er forsat fokus på netop det sproglige og ved gentagne gange at praktisere den svære disciplin det er, at stille de rette åbne, produktive spørgsmål der leder børnene i den rigtige retning.

Konklusion og perspektivering – NatSats del 1

Med udgangspunkt i den sociokulturelt forankrede dialog, som blandt andre Laursen (2006), Gjems (2010), Wells (1999, 2006, 2007) og Kubli (2005) argumenterer for er afgørende for et godt læringsmiljø og for elevers læring, er der i denne artikel blevet fokuseret på Inquiry Based Science Education, som en ny tilgang til naturfagsundervisningen, hvor netop det dialogiske aspekt, jf. forfatterne, er det centrale i hele metoden, og dermed for hele læringsprocessen.

Det er vist, og kan derfor konkluderes, at der i NatSats projektet har været flere eksempler på IBSE-relaterede God Praksis, som kan hjælpe fagdidaktikere og andre med at udvikle og underbygge deres teorier om børns læring. En analyse af empirien viser, at foruden brug af inviterende og produktive spørgsmål (Elstgeest, 2009; Gjems, 2010; Jelly, 2009), var det især organiseringen af børnene i mindre grupper, en fokuserede opmærksomhed på *deres* ideer og udsagn (omtalt som *adressability*), i forbindelse med formulering af hypoteser, samt brug af børnenes illustrative hypoteser (som de selv havde tegnet eller skrevet), der var med til at fremme det dialogiske aspekt i naturfagsformidlingen, og hermed øge deres læringsudbytte af IBSE-metoden.

Ved at være bevidst om ovenstående og bruge det både praktisk i naturfagsformidlingen og i forbindelse med teoriudvikling, er det altså muligt at arbejde positivt med børnenes motivation og glæde ved aktivt at arbejde med naturen og dens fænomener, som IBSE-metoden bl.a. er fremhævet for at kunne gøre (Rocard, et al., 2007).

I anden del af NatSats projektet, der er påbegyndt efteråret 2011, vil der blive fokuseret på dialogen i IBSE-metodens fjerde fase, der omhandler konklusion, validering og kontekstualisering. Resultaterne af denne del af forskningsprojektet vil blive beskrevet i en senere artikel, og samlet vil resultaterne forhåbentlig være med til at støtte og vejlede pædagoger, lærer og teoriudviklere i deres videre arbejde med at beskrive og implementere IBSE-metoden i naturfagsformidlingen, så både børnene og de selv får større udbytte deraf.

FODNOTER

¹ Skal forstås, som voksne, der har erfaringer og viden inden for det emne, der samtales om, og som kan give barnet eller børnene kvalificerede med og modspil, og som formår at holde gang i dialogen fx med 'inviterende spørgsmål' (se senere i artiklen. Gjems, 2010).

² For en diskussion af opfattelsen af hypoteser som uafklarede spørgsmål eller kvalificerede gæt, se Wenham (1995) eller Østergaard (2005), som kommenteres senere i artiklen.

³ Udtrykket "naturfagsformidling" anvendes som et samlebegreb for formidling af naturfaglig viden med henblik på børns læring, som den foregår både i daginstitutioner og i grundskolen. Begrebet adskiller sig fra traditionel naturfaglig undervisning i grundskolen ved også at inkludere den mere eller mindre uformelle formidling af naturfaglig viden og metodeanvendelse som den forekommer i børnehaverne.

⁴ Børn dækker i det følgende både over børnehavebørn og elever i indskolingen.

⁵ Både i form af instruktive artikler (fx Pollen, 2006a, 2006b, 2009a) og den efterfølgende evaluering (fx Harlen, et al., 2009; Lindahl, 2009; Pollen, 2009b).

⁶ Foruden projektansvarlige adjunkt, Ph.d. Lars Domino Østergaard deltog lektor Frank Storgaard, UCN, pædagoguddannelsen og adjunkt Thomas Bech Lillelund, UCN, læreruddannelsen, som projektmedarbejdere.

LITTERATUR

- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.
- Driver, R., et al. (Eds.). (2002). *Children's ideas and the learning of science* (9 ed.). Philadelphia: Open University Press.
- Dysthe, O. (2003a). Om sammenhæng mellem dialog, samspil og læring. In O. Dysthe (Ed.), *Dialog, samspil og læring*. København: Klim.
- Dysthe, O. (2003b). Sociokulturelle teoriperspektiver på kundskaber og læring. In O. Dysthe (Ed.), *Dialog, samspil og læring*. København: Klim.
- Dysthe, O. (2005). *Ord på nye spor – indføring i procesorienteret skrivepædagogik*. København: KLIM.
- Ellebæk, J. J., & Østergaard, L. D. (2009). "Best Practice" - Visdommen i dansk naturfagsformidling. *MONA*, 4.
- Elstgeest, J. (1985). The right question at the right time. In W. Harlen (Ed.), *Primary Science: Taking the Plunge*. Oxford, England: Heinemann Educational.
- Elstgeest, J. (2009). Lærernes spørgsmål til eleverne. In S. Tougaard & L. H. Kofod (Eds.), *Metoder i naturfag - en antologi*. Hellerup: Experimentarium.
- Gjems, L. (2010). *At samtale sig til viden*. Frederikshavn: Dafolo.
- Harlen, W., & Allende, J. E. (2009). *Inquired-Based Science Education: An overview for educationalists*. Paris.
- Harlen, W., et al. (2009). Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science Education (IBSE) programs Retrieved from http://www.ianas.org/Santiago_Report_SE.pdf
- Hasan, R. (2002). Ways of meaning, ways of learning: code as an explanatory concept. *British journal of sociology of education*, 23(4).
- Iglund, M.-A., & Dysthe, O. (2003). Mikhail Bakhtin og den sociokulturelle teori. In O. Dysthe (Ed.), *Dialog, samspil og læring*. København: Klim.
- Jarvis, T., et al. (2009). Pollen Primary Teachers' Changing Confidence and Attitudes over Two Years Pollen In-service Retrieved from <http://www.pollen-europa.net/>
- Jelly, S. (2009). Elevspørgsmål i natur/teknik. In S. Tougaard & L. H. Kofod (Eds.), *Metoder i naturfag: En antologi*. Hellerup: Experimentarium.
- Kubli, F. (2005). Science teaching as a dialouge - Bakhtin, Vygotsky and som applications in the classroom. *Science & Education*, 14.
- Kvale, S. (1994). *Interview. En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. København: Hans Reitzels forlag.
- Laursen, P. F. (2006). Effektiv undervisning er dialogisk læringsmiljøer. In P. Andersen (Ed.), *God undervisning*. København: Unge Pædagoger.
- Lindahl, B. (2009). Changes in pupils' attitudes towards science during two years within the Pollen project. Retrieved from <http://www.pollen-europa.net/>
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialouge and the development of children's thinking: a sociocultural approach*. New York: Routledge.
- Millar, R. (2010). Practical work. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching*. Maidenhead, Berkshire: McGrawhill.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*: Open University Press.
- Pollen. (2006a). Methodological guide: Inquiry-Based Science Education - Applying it in the Classroom Available from <http://www.pollen-europa.net/>

- Pollen. (2006b). Science Education in Primary School Available from <http://www.pollen-europa.net/?page=IvhfjRoY6nE%3D&element=VIF3Lo8PBZE%3D>
- Pollen. (2009a). Designing and Implementing Inquiry-Based Science Units for Primary Education Available from <http://www.pollen-europa.net/>
- Pollen. (2009b). O verview of main activities and achievements Available from <http://www.pollen-europa.net/>
- Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. New York: Routledge.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and Refutations*. New York: Routledge.
- Quéré, Y. (2011, 27.3.). Nobel Laureate Georges Charpak and global IBSE Retrieved 5.9, 2011, from <http://ebookbrowse.com/prof-yves-quere-abstract-nobel-laureate-georges-charpak-global-ibse-pdf-d89987322>
- Rocard, M., et al. (2007). Science Education NOW! Available from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Säljö, R. (2006). *Læring og kulturelle redskaber: om lærprocesser og den kollektive hukommelse*. Oslo: Cappelen Akademiske Forlag A/S.
- Thomsen, A. V., & Sørensen, H. (2011). IBSE - Stillads for enhver undervisning? *MONA*, 1.
- Tougaard, S., & Kofod, L. H. (2009a). Sæt metoderne på skemaet. In S. Tougaard & L. H. Kofod (Eds.), *Metoder i naturfag*. Hellerup: Experimentarium.
- Tougaard, S., & Kofod, L. H. (Eds.). (2009b). *Metoder i naturfag - en antologi*. Hellerup: Experimentarium.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål, faghæfte 13 (natur/teknik)*. København: Undervisningsministeriet.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science - time for a re-appraisal. In J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science: Which way now*. London: Routledge.
- Wells, G. (1999). *Dialogic Inquiry : Towards a Sociocultural Practice & Theory of Education*. Port Chester, NY, USA: Cambridge University Press.
- Wells, G. (2006). Dialouge in the classroom. *The journal of the learning sciences*, 15(3).
- Wells, G. (2007). Semiotic mediation, dialouge and the construction of knowledge. *Human Development*, 50.
- Wenger, E. (2004). *Praksisfællesskaber*. København: Hans Reitzels forlag.
- Wenham, M. (1995). *Understanding primary science*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.
- Wertsch, J. (1998). *Mind as action*. New York: Oxford University Presse.
- Østergaard, L. D. (2005). *Hvad har børns leg og naturvidenskabelige metoder med hinanden at gøre?* København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Østergaard, L. D., & Grundwald, A. (2011). Naturfagsundervisning med nye øjne og øre. *Unge Pædagoger (in press)*.
- Østergaard, L. D., et al. (2010). Inquiry-Basede Sciende education - har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? *MONA*, 4.